

## **Introducción**

Nicaragua, como parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) y también como país firmante y ratificante del protocolo de Kyoto tiene el deber de elaborar, actualizar, publicar así como poner a disposición de la conferencia de las partes sus inventarios Nacionales por fuentes y sumideros de gases de efecto invernadero; Además de formular e implementar un programa nacional que contenga medidas para mitigar el cambio climático es en este sentido en donde el proyecto PNUD – GEF pretende aportar con la mitigación de los gases de efecto invernadero en lo que refiere al sector Transporte en la región Managua (representa aproximadamente el 75% de las emisiones del sector transporte a nivel nacional). La región Managua es la región con mayor cantidad de vehículos por tanto contribuye con significativas cantidades de sustancias nocivas, que afectan tanto a personas como a la región y resto del país.

La tendencia del crecimiento del parque automotor trae como consecuencia un crecimiento de emisiones de gases de efecto invernadero. Los entendidos en el tema de las emisiones, se han dado cuenta que para lograr una reducción de estas emisiones al menos en este sector es necesario el uso o consumo de combustibles más limpios, entendiendo por combustibles más limpios aquellos que contengan menos cantidades de azufre, plomo, aromáticos, entre otras sustancias perjudiciales, logrando de esta manera impactar en tecnologías nuevas como otras no tanto, en este tema se tiene de ejemplo que existen países que han tomado las decisiones en la reducción de estas sustancias en el consumo de sus derivados del petróleo, logrando impactar en ambas tecnologías, gracias al uso de este tipo de combustible.

Por esto el proyecto PNUD – GEF (METROVIA) pretende que para el año 2010, tener reducciones de al menos -56 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>, hasta alcanzar los -892 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> para el año 2030, efecto que tendría aproximadamente los niveles de emisiones del año 2005 ( 964 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>), de lo contrario, es decir sin proyecto METROVIA, el escenario es el siguiente:

Desde la realización del primer inventario nacional de gases de efecto invernadero en Nicaragua con año base 1994, pero realizado en el año 2000, las emisiones en el sector transporte en la región Managua fueron de 657.4 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>, aumentando en un 24.6 % (871.8 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>) para la realización del segundo INGEI, y esto aumentaría para el año 2030 en aproximadamente un 130% equivalente a 2,215 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> sólo en la región Managua.

Para la realización de las estimaciones en la región Managua, se necesito de cooperación de varias instituciones, así como de empresas privadas en donde entre ellas tenemos: el Instituto Regulador de Transporte del Municipio de Managua (IRTRAMA), Policía Nacional de Nicaragua con referencia a la Dirección de Seguridad del Transito Nacional, El Instituto Nicaragüense de Energía (INE), el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales así como de la Asociación Nacional de Distribuidores de Vehículos Automotores (ANDIVA), agradeciendo la cooperación de estas instituciones y empresas se logro una mejor percepción del sector Transporte en la región Managua.

Para llevar a cabo dicho trabajo se contaron con ciertos imprevistos como es: el limitado tiempo para el pedido de la información, solicitud de los datos, verificación y el análisis y procesamiento de la información brindada, así como los innumerables viajes que se realizaron debido al total desconocimiento del tema, aun con estas inconveniencias se realizaron las estimaciones en la región Managua.

Para la elaboración de las estimaciones y proyecciones se ha tomado como base el año 2004, la población, movilidad, parque vehicular y reportes de la primera comunicación nacional y borrador de la segunda comunicación nacional de Nicaragua.

### **1. Crecimiento de la Población Nicaragüense y región Managua**

La población Nicaragüense para el año 1998 era de 4.7 millones de habitantes, en donde sólo la región Managua representaba el 25% de la población Nacional (1.2 millones de habitantes), para la realización de las estimaciones de gases de efecto invernadero con año base 2004 se cuenta con una población aproximada de 5.6 millones de habitantes, de los cuales el 25% representa la región Managua (1.4 millones de habitantes) y con tendencias de crecimiento para esta región del 2.4% anual, obteniéndose para el año 2030 un aproximado de 2.6 millones de habitantes es decir un 28% de la población nacional, la nación Nicaragüense tendría una tasa de crecimiento del 1.9% anual, ver tabla 1.

### **2. Parque vehicular y estimaciones de crecimiento**

Para el año 1998 se tenía un registro del parque vehicular nacional de 135 miles de vehículos (para la realización de las estimaciones se optó por utilizar los automóviles particulares, taxis, camionetas y autobuses debido al significativo consumo de combustible y representación), para el año base se tiene como referencia una estimación de 200 miles de vehículos, la región Managua representa el 67% de la flota vehicular equivalente nacional es decir unos 90 miles de vehículos y con una tasa de crecimiento para la región Managua del 4.8%, con un índice de crecimiento del 5% a escala nacional manteniéndose con muy poca variación hasta el año 2030 y alcanzando los 450 miles de vehículos para este año, ver tabla 1.

### **3. Movilidad y tendencias de crecimiento**

La movilidad en la región Managua para el año 1998 es de 2,250, para el año base es de 2,500 viajes diarios y estos segmentados en motorizados y no motorizados, representando los primeros un 70% equivalente a 1,582 miles de viajes por día,

El sector Transporte urbano representa el 37% de los viajes realizados 827 viajes diarios, con una tasa de crecimiento anual del 3.5% para la movilidad motorizada, con tendencias a aumentar en un 80% en esta forma de movilidad, representando esto para el año 2030 una cantidad de viajes realizados por día de 4,200 viajes.

La no motorizada con un 30% equivalentes a 668 viajes diarios, sólo en el 1% es utilizada la bicicleta como medio de transporte, es decir 25 viajes diarios; con una tasa de crecimiento anual del 1.5% para la no motorizada, y con tendencias a disminuir en esta forma de transporte en un 10%, debido al carecimiento de un sistema para esta forma de desplazamiento; obteniéndose de este forma de movilidad 1,050 viajes realizados por día para el año 2030, ver tabla 1.

Tabla 1. Proyecciones de la Movilidad urbana en la región Managua

	1998	2005	2010	2015	2020	2025	2030	Tasa anual 2005 – 2030
<b>1. Población Nicaragua (millones de habitantes)</b>	4.7	5.6	6.3	7	7.7	8.4	9	2.4%
<b>1.1 Población Managua (millones)</b>	<b>1.2</b>	<b>1.4</b>	<b>1.6</b>	<b>1.8</b>	<b>2.1</b>	<b>2.3</b>	<b>2.6</b>	
1.2 Población Managua %	24%	25%	25%	26%	27%	27%	28%	
<b>2. Registro del parque Vehicular (miles de vehículos)</b>								
2.1 Vehículos en Nicaragua	135	200	270	350	450	560	675	5.0%
<b>2.2 Vehículos en Managua</b>	<b>90</b>	<b>140</b>	<b>180</b>	<b>230</b>	<b>300</b>	<b>370</b>	<b>450</b>	<b>4.8%</b>
2.3 Buses Urbanos – Managua	1.0	1.3	1.5	1.7	1.8	2.0	2.2	
2.4 Taxis	8.0	11.0	14.1	16.7	18.5	20.2	22.0	
<b>3. Movilidad urbana (miles de viajes por día)</b>								
<b>3.1 .1Modos motorizados</b>	<b>1,585</b>	<b>1,780</b>	<b>2,150</b>	<b>2,570</b>	<b>3,050</b>	<b>3,600</b>	<b>4,200</b>	<b>3.5%</b>
3.1.2 Vehículo particular (privado)	576	770	1,00	1,250	1,650	2,010	2,490	
3.1.3 Buses urbano	827	840	940	1,075	1,175	1,300	1,400	
3.1.4 Taxis	132	125	160	190	210	230	250	
3.1.5 Otros (motobikes, pick-ups)	47	45	50	55	55	60	60	
<b>3.2 No motorizados</b>	<b>668</b>	<b>720</b>	<b>800</b>	<b>880</b>	<b>950</b>	<b>1,000</b>	<b>1,050</b>	<b>1.5%</b>
3.2.1 Peatones	643	695	775	855	925	975	1,025	
3.2.2 Bicicletas	25	25	25	25	25	25	25	
<b>Total</b>	<b>2,250</b>	<b>2,500</b>	<b>2,950</b>	<b>3,450</b>	<b>4,000</b>	<b>4,600</b>	<b>5,250</b>	<b>3%</b>

- Datos según las proyecciones demográficas 1995 – 2015, realizado por la ONU, en su reporte de Desarrollo Humano 2004
- Fuentes utilizadas para los datos de movilidad urbana: del estudio de transporte - JICA 1999 y pronósticos para los años 2010 – 2014, estimaciones basadas en la estadísticas de IRTRAMA – 2005

#### 4. Primera Comunicación Nacional

La primera comunicación realizada en Nicaragua fue en el año 2000, con año base 1994, reportando un total de 2,279 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>, en donde el 35% es emitido por el Sector Transporte (que forma parte del sector Energía) 842 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>, de esta cantidad de CO<sub>2</sub> emitida por este sector, el Transporte urbano en Managua representa el 78% es decir 657 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>. Con una población de 4.3 millones de habitantes para el año base de la primera comunicación y una emisión per. - capita de 0.63 toneladas de CO<sub>2</sub>, a como se puede observar en la tabla 2.

Tabla 2. Primera Comunicación Nacional – Nicaragua		
	1994	%
Total CO <sub>2</sub> (miles de toneladas)	2,729	
Sector Energía	2,374	87%
Sub.- sector Transporte	842	35% del sector Energía
Población Nacional (millones de habitantes)	4.3	
Emisiones de CO <sub>2</sub> percapita (toneladas por habitantes)	0.63	
<b>Emisiones Transporte urbano – región Managua</b>	<b>657</b>	<b>78% del sector Transporte</b>

#### 5. Borrador de la segunda comunicación nacional

El reporte de Desarrollo Humano de la ONU estima que para la segunda comunicación Nacional en Nicaragua es aproximadamente de 3,920 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>, desglosándolo de la manera anterior, el sector Transporte representa un 39% es decir 1,325 miles de toneladas de CO<sub>2</sub> de los cuales el 73% es emitido por el Transporte urbano en la región Managua equivalente a 964 miles de toneladas. Con una población de 5.3 millones de habitantes y 0.7 toneladas per. capita de CO<sub>2</sub>, ver tabla 3.

Tabla 3. Reporte de Desarrollo Humano ONU – Managua		
	2004	%
Total CO <sub>2</sub> (miles de toneladas)	3,920	
Sector Energía	3,400	86%
Sub- sector Transporte	1325	39% del sector Energía
Población Nacional (millones de habitantes)	5.6	
Emisiones de CO <sub>2</sub> percapita (toneladas por habitantes)	0.7	
<b>Emisiones Transporte urbano – región Managua</b>	<b>964</b>	<b>73% del sector Transporte</b>

## 6. Estimaciones de CO<sub>2</sub> con proyecciones para el periodo 2004 – 2030

Para las estimaciones durante el periodo 2004 – 2030 se han tomado los siguientes aspectos:

- ❖ El parque vehicular para la Región Managua fragmentado de la siguiente manera:
  - Vehículos Particulares (incluye camionetas – pick ups)
  - Taxis
  - Buses
  - Otros (camiones, cabezales, etc.)
- ❖ Un promedio del kilometraje anual para el acápite anterior en las diferentes fragmentaciones.
- ❖ Estimaciones de las emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), utilizando los siguientes parámetros para la proyección.
  - Vehículos particulares con consume de gasolina: 100,000 vehículos, 12,000 km / anual, Consumo= 21 km /galón, CO<sub>2</sub> Emisiones = 8.46 kg /galón = 402 g / km.
  - Vehículos particulares con consumo diesel: 40,000 vehículos, 12,000 km / anual, Consumo = 24 km / galón, CO<sub>2</sub> Emisiones = 9.97 kg / galón = 416 g / km.
  - Buses, consumo de combustible Diesel: 1,300 Buses, 72,000 km / anual, Consumo = 9km / galón, CO<sub>2</sub> Emisiones = 9.97 kg / galón = 1.110 g / km.
    - (\*) Buses: 987 buses autorizados + 235 transporte de personal / transporte escolar + buses interurbanos (que entran a Managua) = obteniendo aproximadamente 1,300 unidades. 225 km/día - 320 días = 72.000 km/ anual.
  - Taxis, consumo de combustible Gasolina: 11,000 vehículos, 36,000 km / anual, Consumo = 25 km / galón, CO<sub>2</sub> Emisiones = 8.46 kg / galón = 340 g / km.
    - Por la sobre oferta, los taxis circulan 1 de cada 2 días recorriendo 180 km/día, i.e. 36,000 km/año.

Estimaciones de CO<sub>2</sub> por los diferentes medios de transporte en Managua

Tipos	Registrados (miles)	Kilometraje anual (millones)	Emisiones (miles de toneladas CO <sub>2</sub> )
Vehículos particulares	140	1,680	682
Buses – urbanos	1.3	94	104
Taxis	11	396	135
Otros	d.n.d	d.n.d	43
<b>Total</b>			<b>964</b>

d.n.d= dato no disponible

Proyecciones de Emisiones por medio de la movilidad, periodo 2004 – 2030, miles de Toneladas por año.

Tipo	2004	2010	2015	2020	2025	2030
Vehículos particulares	682	836	1,023	1,279	1,515	1,770
Buses-urbanos	104	111	122	132	144	151
Taxis	135	164	186	199	209	219
Otros	43	50	55	60	67	75
<b>Total</b>	<b>964</b>	<b>1,160</b>	<b>1,385</b>	<b>1,670</b>	<b>1,935</b>	<b>2,215</b>
Variación		20%	44%	73%	101%	130%

Nota: se utiliza la movilidad debido a la falta de información del parque automotor entre 1994 y 2005, utilizando las emisiones anuales de las diferentes formas de movilidad de la siguiente manera: vehículos particulares: 3.9%, Buses urbanos 1.5%, Taxis 2%, Otros con un 2.3%.

## 7. Implementación del Proyecto PNUD – GEF (METROVIA)

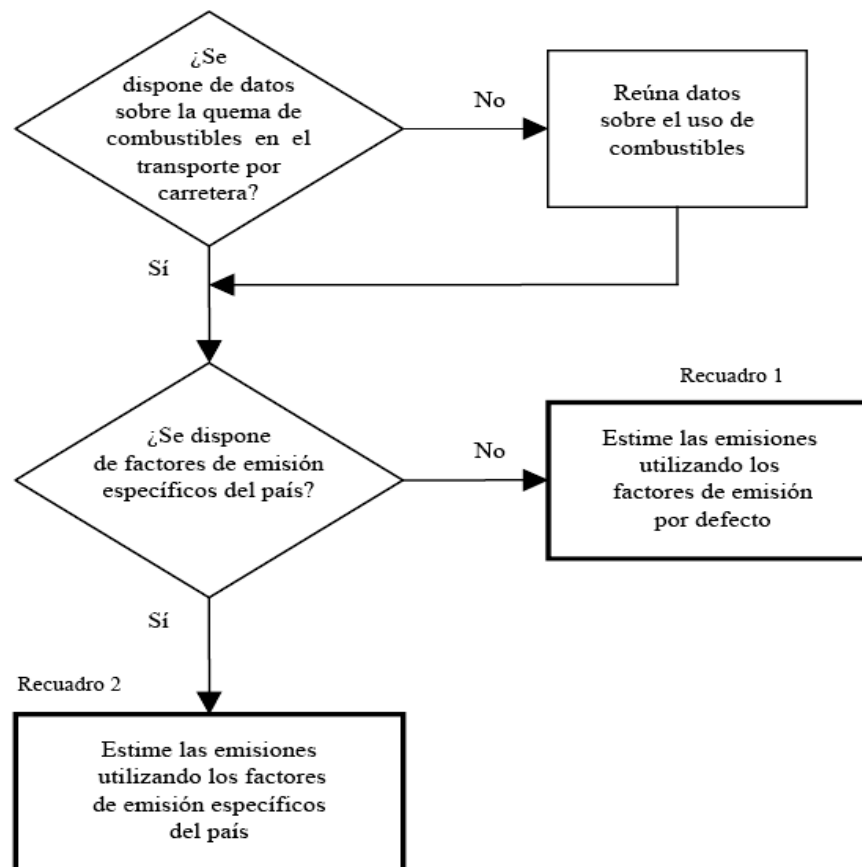
La implementación del proyecto METROVIA traerá el uso de tecnología nueva con altos estándares de calidad, también la implementación de las ciclovías donde se pretende incorporar la cantidad de viajes que se incorporaran a esta nueva movilidad sería de aproximadamente 209 miles de viaje por día para el año 2008, fecha en que se tiene previsto la implementación del proyecto hasta alcanzar los 900 miles de viaje por día para el año 2030, a esto habría que agregarle la creación de dos corredores más para así lograr una reducción de aproximadamente 892 miles de toneladas de CO<sub>2</sub>.

Para lograr esta reducción de emisiones es necesario el cambio o traslado de vehículos privado y taxis al proyecto, lográndose esto gracias a un novedoso sistema así como la creación de las ciclovías que vendría a darle un cambio a las calles de la capital haciéndolas más recreativa, amigables y en lo posible seguras.

8. Emisiones de CO<sub>2</sub> para el departamento de Managua con la Metodología del IPCC y con año de referencia 2004

Árbol para la toma de la metodología y factores a utilizar

Figura 2.4 Árbol de decisiones aplicable a las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de los vehículos de carretera



## Metodología utilizada:

Se han utilizado los factores por defecto del IPCC - versión revisada de 1996, al no poseer factores de emisiones propios, en donde se utilizara la metodología "de arriba a bajo", la estimación de las emisiones es de la siguiente forma:

Esta metodología de nivel 1 o método "de arriba a bajo", calcula las emisiones de CO2 estimando el consumo de combustibles en una unidad común de energía, multiplicándolo por un factor de emisión para obtener el contenido de carbono, calculando el carbono almacenado, corrigiendo para dar cuenta del carbono no oxidado y finalmente convirtiendo el carbono oxidado a emisiones de CO2, este método se describe en la ecuación 2.4

$$\text{EMISIONES} = \text{Factor de Emisión} * \text{Combustible Consumido} - \text{Carbono Almacenado} * \text{Fracción Oxidada} * 44/12$$

Ecuación 2.4 de la *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, pagina 2.48

El Consumo de los derivados del petróleo para el departamento Managua, se puede observar en el cuadro 1, información brindada por el Instituto Nicaragüense de Energía (ente regulador), Dirección General de Hidrocarburos – Consumo Nacional de lo derivados del Petróleo por Departamento, año 2004, utilizando los datos para el departamento de Managua, obtenemos lo siguiente:

(Miles de barriles)

Departamento	Gasolinas	Diesel
Managua	894.6	1,539.8

Fuente: Dirección General de Hidrocarburos – INE.

Factores de Emisiones utilizados:

TABLA I-2 FACTORES DE EMISIÓN DE CARBONO (FEC)	
<i>Combustibles/productos secundarios</i>	
Gasolina	18,9
Gasóleo/fuelóleo	20,2

*Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996: Libro de Trabajo*



Fracción Oxidada utilizada:

<b>TABLA I-4</b> <b>FRACCIÓN DEL CARBONO</b> <b>OXIDADO</b>	
Petróleo y derivados del petróleo	0,99

*1.10 Directrices del IPCC para los inventarios de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996: Libro de Trabajo*

No existe corrección del carbono no oxidado, no existe carbono almacenado, por el tipo de combustible utilizado o consumido en el sector que se utiliza, sector Transporte, permitiendo una oxidación completa.

#### **Emisiones por tipo de combustibles**

Emisiones	Factor de Emisión (TC /Tj)	Combustible consumido (TJ)	Carbono almacenado	Fracción oxidad	Emisiones 44/12 (T CO <sub>2</sub> )
Gasolinas	18.9	4,629.5	0	0.99	317,616
Diesel	20.2	8,819.3	0	0.99	646,684
<b>TOTAL</b>					<b>964,300</b>



Foto tomada del estudio de GTZ

## 9. Repercusiones para la Salud

### ¿Cuáles son los Gases de Efecto Invernadero y de dónde provienen?

- Estos se dividen en dos grupos principales
  1. Contaminantes primarios:
    1. Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Oxido Nitroso (N<sub>2</sub>O)
  2. Contaminantes secundarios:
    1. Monóxido de Carbono (CO), Oxido de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y los Compuestos Orgánicos Volátiles diferentes del Metano (COVM)
- Sus Fuentes, son tanto naturales como antropogénicas (actividades Humanas)

### ¿Qué provocan estos Gases de Efecto Invernadero?

- El efecto Invernadero hace posible la existencia de vida en la tierra.
- Las actividades humanas han aumentados las concentraciones de estos gases, en consecuencia ha alterado el equilibrio radiativo, dando origen a un cambio climático global.

### Acción contaminante de los principales GEI

- Óxidos de Carbono Incluyen (CO<sub>2</sub> y CO)
- CO<sub>2</sub>: Su presencia natural en la atmósfera y su falta de toxicidad, hace que no se considere una sustancia que contamine, pero se dan dos circunstancias que lo vuelven un contaminante de gran importancia:
  1. **Es un gas que produce un importante efecto de atrapamiento de calor (Efecto Invernadero).**
  1. **Su concentración ha aumentando en los últimos cien años por la quema de los combustibles fósiles y de grandes extensiones de bosques.**
  - Es por estos motivos que se considera unos de los gases que mas influye en el calentamiento global.
- El CO, es toxico por que envenena la sangre impidiendo el transporte de oxigeno, es responsable de muchas muertes en minas de carbón, incendios y lugares cerrados.

Foto tomada del estudio de GTZ

